



ETUDE DE LA CHUTE LIBRE

1) OBJECTIFS

- Utiliser le capteur de déplacement pour mesurer la distance parcourue par un objet en chute libre en fonction du temps.
- Modéliser le phénomène étudié.

2) NIVEAU

- Première - Terminale - Clubs sciences

3) MATÉRIEL

Calculatrice TI-82 - Interface CBL.
Capteur SONIC (distance minimale de mesure $\approx 0,5$ m).

Un objet:

- de forme arrondie (limitation des frottements fluides)
 - pas trop petit pour avoir un bon écho.
- Nous avons pris une boule de sapin de Noël, on peut aussi faire des essais avec une boule de pétanque, un livre (aérodynamisme!!), etc.....
- Une protection pour le capteur, soit une boîte trouée, soit un élève qui saisit l'objet avant contact.

4) PROGRAMMES

Deux programmes sont à stocker dans la TI-82 : BALLDDROP et SELECT

a) BALLDDROP pour la saisie des couples (t,z)

```
PROGRAM : BALLDROP
:Plotoff
:FnOff
:AxesOn
:{1,0} ->L1
:Send L1
:{1,11,2}->L1
:Send L1
:{3,02,80,1,0,0,0,0,1}->L1
:Send L1
:ClrList L1, L2
:Get(L2)
:Get(L1)
:Plot1(Scatter,L1,L2,)
:1->Xscl
:1->Yscl
:ZoomStat
:Text(4,9,"HEIGHT") -
:Text(57,73,"TIME")
:Stop
```

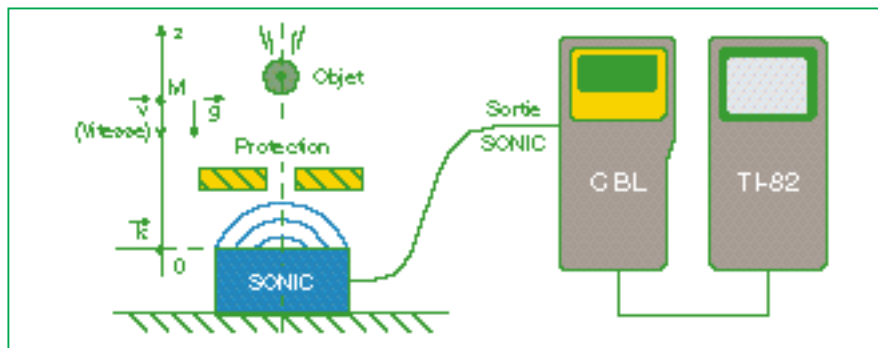
b) SELECT:

```
PROGRAM : SELECT
:ClrHome
:ClrDraw
:FnOff
:AxesOn
:Plot1(Scatter,L1,L2,)
:ZoomStat
:Text(2,2,"LOWER BOUND")
:Input
:X->A
:Vertical A
:Text(2,2,"UPPER BOUND")
:Input
:X->B
:Vertical B
:dim L1->N
:1->C
:ClrList L3, L4
:Text(2,2,"ANALYSING...")
:For(I,1,N,1)
:If L1(I) ≥ A and L1(I) ≤ B
:Then
:L1(I)->L3(C)
:L2(I)->L4(C)
:C+1->C
:End
:End
:L3-L3(1)->L3
:Plot1(Scatter,L3,L4,)
:ZoomStat
:Stop
```

Ce programme permet de sélectionner la partie intéressante des mesures avant le traitement.

5) EXPERIENCE

a) Préparation :

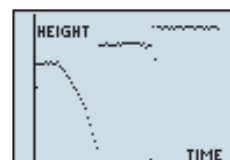


- Connecter le détecteur de mouvement à la voie SONIC de CBL.
- Connecter CBL et la TI-82 par le câble.
- Placer le capteur à plat sur le sol
- Placer la protection du détecteur ou prévoir un élève qui réceptionne l'objet avant le choc..

- Placer l'objet à la verticale du capteur à une distance comprise entre 1m et 2m.

b) réalisation:

- Lancer le programme BALLDROP (à sélectionner dans vos programmes).
 - **ENTER** pour l'exécuter
- Le programme de prise de mesures est lancé (cliquetis du détecteur). Le déclenchement de la saisie des mesures (t,z) démarre lorsque vous appuyez sur la touche **TRIGGER** de CBL, vous lâchez l'objet immédiatement après l'appui sur **TRIGGER**. ATTENTION si une réception de l'objet est nécessaire vous pouvez le saisir à environ 0,5 m du détecteur car après la mesure n'est plus possible. Dans les conditions de l'expérience vous obtenez l'écran ci-dessous:



On observe trois phases:

- Avant le départ (immobilité par rapport au détecteur)
- Chute dans l'air de l'objet
- l'anarchie: rebond, détection des mains de l'expérimentateur, du plafond de la salle,.... Seule la phase de chute est intéressante pour l'interprétation.

Si l'expérience ne vous convient pas vous pouvez la refaire immédiatement:

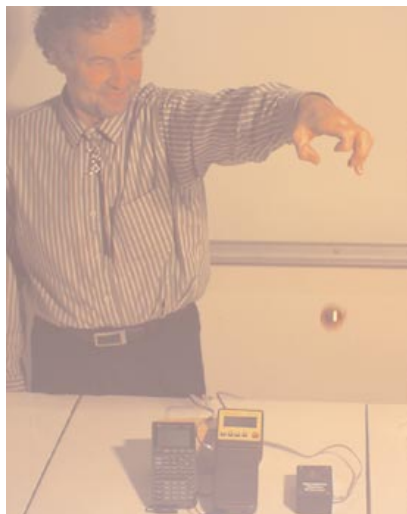
- Appuyer sur la touche **CLEAR**
- Appuyer sur **ENTER** pour relancer BALLDROP, ...puis suivre la procédure de réalisation de l'expé-

rience. Passez à la partie suivante lorsque la réalisation vous donne satisfaction.

6) ANALYSE ET INTERPRÉTATION

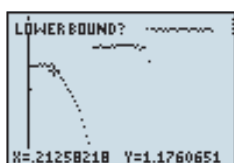
a) sélectionner la partie intéressante de l'expérience

Pour cela il faut utiliser le program-

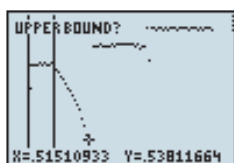


me SELECT:

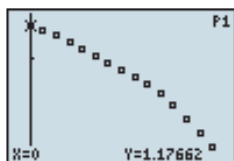
- lancer SELECT par: **PRGM** **SELECT** (sélectionner SELECT) **ENTER**
- Placer le curseur au début de la zone de sélection:



- Appuyer sur **ENTER** et placer le curseur en fin de zone de sélection:



- Appuyer sur **ENTER**
- Appuyer sur **TRACE**



b) Rechercher le modèle expérimental.

Nous allons chercher la régression la mieux adaptée, après observation, une idée germe dans votre tête, le modèle mathématique qui semble convenir est du type $y = ax^2 + bx + c$. La TI-82 possède dans son mode **STAT** ce modèle, il s'agit de QuadReg.

STAT **CALC** 6:QuadReg (appuyer sur **6** pour choisir de modèle) **ENTER**

QuadReg s'affiche à l'écran, taper à la suite:

L3, **L4** **ENTER** pour indiquer à la machine les listes sur lesquelles le modèle va s'appliquer.

```
Y1=-4.8298089198
543X^2+- .9393752
701401X+1.167162
5950501
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
```

Le physicien peut en conclure:

- $z = -4,83 t^2 - 0,94 t + 1,167$
- accélération $a = -4,83 \text{ m.s}^{-2}$
- vitesse initiale ($t=0$, début de zone)
 $V_0 = -0,94 \text{ m.s}^{-1}$
- position initiale : $z_0 = 1,167 \text{ m}$

c) Comparer le modèle expérimental proposé à l'expérience

- Entrer l'équation du modèle dans la base de fonction **Y=**:

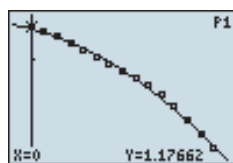
Y=
CLEAR (si nécessaire)
VARS **5**

Choisir EQ (utiliser les curseurs)

Puis :RegEQ

```
Y1=-4.8298089198
543X^2+- .9393752
701401X+1.167162
5950501
Y2=
Y3=
Y4=
Y5=
```

- Appuyer sur **TRACE**



Le modèle expérimental est très correct.

d) Modèle expérimental, modèle théorique :

Si les frottements sont négligeables (en première approximation), l'objet en chute libre est soumis uniquement à son poids (dans le repère galiléen Oz défini sur le schéma). L'équation horaire (modèle théorique) de la chute est telle que : $z = -gt^2/2 + v_0 t + z_0$ avec $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

L'expérience nous donne le modèle expérimental : $z = -4,83 t^2 - 0,94 t + 1,167$

donc $g/2 = 4,83$ c'est à dire $g = 9,66 \text{ m.s}^{-2}$

c'est à dire une précision de détermination p en % :

$$p = \frac{(9.8 - 9.66) \cdot 100}{9.8} \approx 1,4 \%$$

La coïncidence du modèle expérimental avec le modèle théorique est correct.

7) POUR ALLER PLUS LOIN

- Vous pouvez affiner le modèle en tenant compte d'une force de frottement telle que : $\vec{F} = -k \vec{V} \cdot \vec{V}$

La relation de la dynamique donne:

$$\vec{a} = \frac{\vec{P} - k \vec{V} \cdot \vec{V}}{m}$$

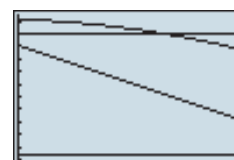
La modélisation théorique du phénomène nécessite la résolution d'équations différentielles. Une méthode numérique permet de connaître point par point l'évolution du système, la méthode la plus simple et celle d'Euler...Bon courage.

- Vous pouvez aussi faire des essais avec différents objets : livres, ballons.
- Vous pouvez modifier, pour en visualiser l'influence, les paramètres temps entre deux mesures (consultez le manuel d'utilisation de CBL pour connaître les valeurs possibles) et nombre de mesures (99 au plus) dans la commande 3 du programme BALLDROP

- Vous pouvez tracer simultanément la position $z(t)$, la vitesse $v(t)$ et l'accélération $a(t)$ grâce à la fonction **nDeriv** (du menu MATH. La fonction $z(t)$ est déjà stockée en Y1 (modèle expérimental). Les trois écrans ci-dessous vous montrent ce qu'il faut obtenir pour **Y=**, **WINDOW** et l'écran graphique.

```
Y1=-4.8298089198
543X^2+- .9393752
701401X+1.167162
5950501
Y2:=nDeriv(Y1,X,X)
Y3:=nDeriv(Y2,X,X)
```

```
WINDOW FORMAT
Xmin=0
Xmax=.6
Xscl=1
Ymin=-10
Ymax=1.5
Yscl=1
```





LA DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE : UNE



Les nouveaux programmes de Sciences Physiques mettent l'accent sur l'aspect expérimental. On le voit à travers la mise en place de l'option sciences expérimentales en 1ère S et de la spécialité sciences physiques en T.S. Localement, la mise en place de l'option IESP en seconde (informatique et électronique en sciences physiques) permet de promouvoir cet enseignement expérimental ; elle présente les facettes complémentaires de l'activité scientifique et est une ouverture sur les technologies modernes. Contacté par Texas Instrument en septembre dernier pour expérimenter le nouveau système d'acquisition de données CBL, j'ai tout de suite pensé que ce matériel pourrait être utilisé avec profit aux différents niveaux cités. Je vous relate ici les expériences réalisées avec les élèves qu'on pourrait intituler "A la découverte de CBL"...

EXPERIENCE RÉALISÉES ET CONDITIONS DE L'EXPÉRIMENTATION :

Dans une classe de TS en spécialité (22 élèves) le dosage de l'acide benzoïque a été le prétexte de l'utilisation de l'interface CBL ; en effet, le programme comporte l'étude chimique de boissons naturelles et synthétiques dont certaines contiennent un conservateur : l'acide benzoïque. Six groupes de trois ou quatre élèves ont été équipés dans une salle de TP de chimie classique. La salle informatique a été utilisée pour sortir sur imprimante les mesures mises en mémoire dans la TI-82 et les courbes

obtenues pour chacun des groupes. Une trace écrite est indispensable pour l'exploitation de l'expérience. Nous avons utilisé le TI-GRAPH LINK (voir p. 11). Une seconde expérimentation a été réalisée avec un groupe suivant l'option IESP (22 élèves) dans une classe de seconde. En effet le programme prévoit l'étude des capteurs ; l'étude de l'évolution de la température de l'eau (ou d'une solution aqueuse) en fonction du temps avec la sonde de température a pu être réalisée avec six groupes de trois ou quatre élèves. L'expérience a été effectuée dans la salle informatique citée précédemment. Avec le même groupe une autre expérience a été réalisée : réflexion des ultrasons et applications (mouvement de la membrane d'un haut-parleur, mesures de distances, mouvement d'une masse accrochée à un ressort).

De nombreuses séances en TS et en seconde m'ont permis de faire le bilan et de recueillir des réactions.

RÉACTIONS DES ÉLÈVES :



Je vous livre ici les réactions à chaud des élèves, collectées à l'aide d'un questionnaire après les séances.

"Ma première impression a été favorable", "La mise en oeuvre de l'ensemble était facile", "Les branchements sont simples et agréables. Attention toutefois à bien enfoncer les prises". Aucun des groupes n'a rencontré de problème de mise en route dans les deux classes.

"Les avantages sont : rapidité de la

manipulation et précisions des mesures". Il est très pratique par exemple pour les longs dosages en TP". **Les élèves sont très conscients que CBL permet de faire plus de mesures que sur un matériel classique dans un même temps, ceci était très net pour le dosage.**

"Les TD sont plus "techniques" mais cela est très "agréable" "Au début, j'ai trouvé ce matériel très rébarbatif mais finalement il est facile de s'adapter à cette technique" "Le matériel utilisé permet de réduire l'expérimentation à ses aspects les plus intéressants". Il est certain qu'une bonne maîtrise de la TI-82 est nécessaire pour une utilisation de toutes les richesses de CBL, mais la simplicité de la TI-82 permet de régler ce problème en deux séances. **L'élève est bien conscient de contrôler tout le dispositif expérimental mis à sa disposition.**

"Les TP sont plus sympathiques à réaliser" "Ce matériel est utile car léger et simple pour le transport sur tous les terrains. Il a modifié ma vision des TP" "Cela a donné une nouvelle dimension aux TP" "L'expérience a été moins ennuyeuse", "Cela donne plus envie de faire des TP", "Il serait positif de renouveler plus souvent ces séances avec le matériel". **Il est certain que CBL a donné aux élèves une nouvelle vue sur la notion de TP.**

Le matériel utilisé permet une expérimentation plus sophistiquée", "On a l'impression d'être davantage dirigé vers une science moderne", "Le matériel est facilement transportable, plus compact qu'un micro-ordinateur". **La miniaturisation est un atout important pour l'élève qui intègre mieux le dispositif expérimental.** De plus ils ont été impressionnés par la petite taille ce qui suscite davantage d'intérêt pour cette nouvelle technologie.

"Le système est bien pensé. Le boîtier interface est sympathique. L'écran est lisible. La lecture est simple. Les touches sont agréables" "Le tracé est rapide" "On contrôle l'interface CBL grâce au programme accessible de la TI-82. Tout est



EXIGENCE MAINTENANT ABORDABLE

visible. Rien n'est "magique". "Quel est le coût du système ?" Ces remarques en vrac montrent l'intérêt des élèves acteurs de cette expérimentation. **CBL ne les a pas laissé indifférents.**

Quel que soit le niveau, aucun élève n'a eu de réaction de rejet. Beaucoup ont été enthousiasmés par l'utilisation de ce matériel miniaturisé. Deux ou trois élèves dans chaque classe ont eu très rapidement une réaction d'indifférence. Ceci est dû au manque de matériel. L'idéal est d'avoir des groupes de deux élèves pour les impliquer tous. Dans des groupes de quatre, certains élèves sont passifs.

Lors de l'expérimentation en seconde, certains élèves ont spontanément souhaité aller manipuler en dehors de la classe :

"Monsieur est-ce que l'on peut aller mesurer la longueur du couloir ?"

"Eric veut déterminer sa vitesse lorsqu'il court. Est-ce qu'on peut sortir avec CBL ?" Deux groupes se constituent pour lancer ces deux expériences "hors salle de TP".

BÉNÉFICES POUR LES ÉLÈVES :



- Facilité de mise en oeuvre
- Légèreté : transport facile
- Lecture des mesures aisée
- Rapidité de mise en mémoire (les élèves en sont surpris)
- Possibilité de finir le TP à la maison (les données sont dans leurs TI-82)
- Aspect ludique : les élèves ont parfois l'impression de jouer (ils apprennent en jouant)

- Vif intérêt de manipuler un matériel haute technologie
- Élimination du caractère répétitif de certaines manipulations
- Indépendance des groupes qui pourraient réaliser sans trop de problèmes leurs manipulations alors que d'autres font autre chose.
- Motivation par la nouveauté
- Compréhension de toutes les étapes de la saisie de mesures
- Initiation à la programmation (explication du programme qui pilote CBL)

BÉNÉFICES POUR LE PROFESSEUR :

Pour ma part mon expérience me permet de dégager les points suivants :

Classe motivée, attentive, curieuse, intéressée : certains élèves souhaitent venir le mercredi après-midi !

Robustesse du matériel.

Fiabilité des mesures.

Gain de temps appréciable lors des manipulations : on peut réaliser plus de mesures.

Après une explication préalable les groupes sont très vite opérationnels et autonomes.

Autre dimension pour les TP : grande richesse en capteurs et en expériences différentes possibles.

Nouveauté du matériel ("pas vu ailleurs").

Encombrement de l'ensemble réduit (avantage indéniable dans certaines salles où la place est limitée) : un CBL peut être disposé sur chaque paillasse ! Coût réduit, abordable probablement compte tenu de la faiblesse de nos crédits.

Mobilité appréciable.

Traitement performant des données expérimentales (immédiatement ou en temps différé). Rétroprojection des courbes et mesures devant toute la classe (avec la TI-82 rétro prêtée deux mois au lycée).

CONCLUSION :

Le système CBL présente des avantages pédagogiques indéniables. Les élèves ont à leur disposition un matériel performant qui remplace ou complète le matériel utilisé dans nos TP traditionnels. Une autre expérimenta-

tion est en cours en électricité et en spectrophotométrie ce qui permettra d'élargir les domaines d'utilisation de l'interface.

Une anecdote pour terminer... Les élèves de TS m'ont demandé la semaine dernière : "Monsieur, quand refait-on des expériences avec l'interface CBL". Un seul regret : ne pas avoir une douzaine de CBL pour travailler avec des groupes de deux.

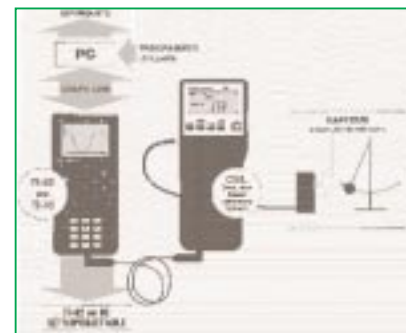
Jacques Marie

Professeur de sciences physiques
Lycée André Maurois de Deauville

CARACTÉRISTIQUES DE CBL

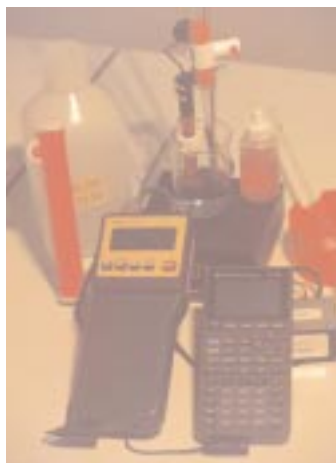
- CBL : Calculator Base Laboratory
- Fréquence d'acquisition en temps différé maximum 10 KHz
- Fréquence d'acquisition en temps réel maximum 12 points/seconde
- Mesure simultanément sur 5 voies maximum, de 512 points par voie
- Tension : - 10 V ; + 10 V
- 6 voies : 3 voies analogiques, 1 voie pour le détecteur de mouvement, 1 voie d'entrée numérique, 1 voie de sortie numérique
- CBL mesure et stocke les données dans sa propre mémoire
- Capteurs fournis : tension électrique, intensité lumineuse, température
- Choix de la visualisation des données sur l'écran CBL (en cours de collecte)

Profitez de l'offre au dos de ce numéro!





DOSAGE DE L'ASPIRINE



1) OBJECTIFS :

- Utiliser le capteur de pH pour tracer $pH=f(V_B)$.
- Tracer le graphe de la dérivée de $pH=f(V_B)$ par une méthode numérique.
- Calculer le volume équivalent, en déduire la masse d'acide dans le comprimé.

2) NIVEAU :

Terminale S et options.

3) MATÉRIEL :

- Calculatrice TI-82, interface CBL, capteur de pH.
- Le matériel de chimie classique pour faire un dosage.
- 100 mL d'une solution acide fabriquée avec un comprimé d'aspirine à 550 mg, pour réaliser la solution :
- dans un bécher :
 - mettre un comprimé (broyé au préalable).
 - ajouter 20 mL de méthanol et 50 mL d'eau distillée.
 - chauffer en agitant jusqu'à dissolution du comprimé.
- dans une fiole jaugée de 100 mL :
- verser le bécher précédent.
- compléter à 100 mL avec de l'eau distillée.
- Une solution de soude à $4 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹

4) PARTIE THÉORIQUE :

a) Réaction de dosage :

L'acide acétylsalicylique (de formule brute $C_9H_8O_4$) est un acide faible que l'on dose par la soude. L'équation de la réaction chimique de dosage est :

$$C_9H_8O_4 + OH^- \rightarrow C_9H_7O_4^- + H_2O$$

Le pH est mesuré après chaque addition de soude (saisie du pH par CBL et transfert dans la TI-82, entrée de V_B comme paramètre au clavier)

b) Principe de la dérivation numérique

Entre deux points successifs expérimentaux (V_i , pH_i) et (V_{i+1} , pH_{i+1}), on assimile la courbe à une droite passant par ces deux points. Le calcul de la pente de cette droite est une approximation de la dérivée de la fonction entre les points choisis. Nous décidons d'affecter la valeur de la dérivée au volume V_{i+1} , en ce point la dérivée est telle que :

$$(dpH/dV)_{V_{i+1}} = \frac{(pH_{i+1} - pH_i)}{(V_{i+1} - V_i)}$$

Ce calcul sera fait pour les N points de mesures (V_B , pH) c'est à dire (N-1) fois car la dérivée est calculée au second volume. Ces calculs sont longs et fastidieux; un programme permettra de les automatiser.

c) Volume équivalent, masse d'acide dans le comprimé :

Pour déterminer le volume équivalent (V_{E1}) et le pH en ce point (pH_{E1}) nous utiliserons le maximum de la dérivée. La molarité C_A de la solution acide est donnée au point d'équivalence par la relation $C_B V_{E1} = C_A V_A$. $C_B V_{E1}$ représente le nombre de mole d'acide acétylsalicylique dans V_A (volume du prélèvement : 20 mL dans le cas présent). Le nombre de mole d'acide dans 100 mL représente le nombre de mole d'acide dans le comprimé : $n_A = 5 C_B V_{E1} = m_A / M_A$. La masse d'acide dans le comprimé est telle que :

$$m_A = 5 C_B V_{E1} M_A$$

avec $M_A = 180$ g.mol⁻¹.

5) PROGRAMMES :

Deux programmes sont à stocker dans la TI-82 :

- pH: voir livre d'application.
- PHDERIV: à entrer à la main

PROGRAM : PHDERIV

```

:Disp "MESURES:L5,L4"
:Disp "DERIVEE:L3"
:Pause
:Clrlist L3
:Disp "NBR MESURES?"
:Input N
:N-1 → N
:0 → L3(1)
:For(I,1,N)
:(L4(I+1)-L4(I))/(L5(I+1)-L5(I)) → H
:H → L3(I+1)
:End
  
```

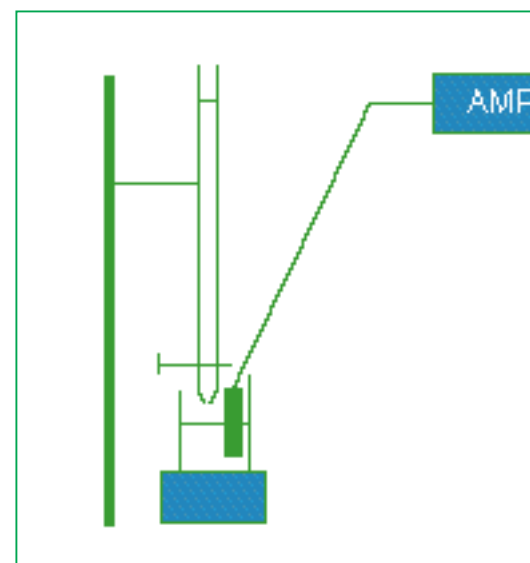
6) EXPERIENCE :

a) Schéma du dispositif :

- Connecter l'ensemble (sonde, amplificateur) à CH1 de CBL.
- Connecter la TI-82 à CBL.
- Remplir la burette graduée de soude $4 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹.
- Mettre 20 mL d'acide (pipette graduée) dans le bécher, ajouter 20 mL d'eau si nécessaire (pour immerger correctement la sonde).
- Mettre l'agitateur et la sonde dans le bécher.
- Lancer l'agitation.

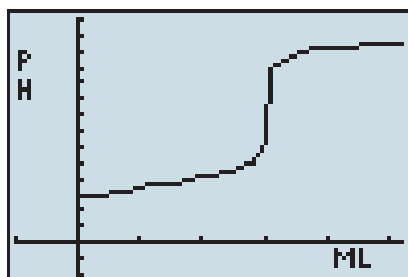
b) réalisation :

- Lancer le programme pH.
- Taper 1 à la demande du numéro du canal.
- Introduire le nombre de valeur (40 dans ce cas)
- Appuyer sur TRIGGER sur CBL pour lire et saisir la valeur du pH pour $V_B=0$, l'indication "mL?" apparaît, taper 0 puis ENTER.





- Introduire 1 mL de soude, attendre un peu, appuyer sur **TRIGGER**, "mL?" apparaît de nouveau, taper **1** **ENTER**. La TI-82 a enregistré le couple (V_B, pH), elle l'affiche à l'écran, la courbe $pH=f(V_B)$ commence à apparaître en temps réel
- Introduire 1 mL, **TRIGGER**, taper **2** ...
- Continuer le dosage. Autour de l'équivalence on peut resserrer les valeurs de V_B
- Lorsque vous avez effectué les 40 mesures la courbe de $pH=f(V_B)$ apparaît à l'écran.



On peut lire les couples (V_B, pH) en observant les listes en mode **STAT** (L4:pH), (L5: V_B).

7) ANALYSE (EXPLOITATION DES RÉSULTATS) :

a) exécuter le programme PHDERIV

- exécuter le programme:
PRGM **EXE** choisir **PHDERIV**
ENTER

Entrer la valeur 40 à la demande : "NB MESURES?"

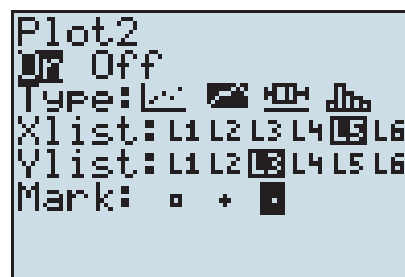
On peut visualiser le contenu de L_3 . Dans le programme les valeurs calculées

pour la dérivée sont mises en L_3 . Les listes devant comporter le même nombre d'éléments pour être affichées, la valeur zéro (pour la dérivée) est affectée arbitrairement à $V_B = 0$ (ce qui ne gêne en rien pour répondre aux questions).

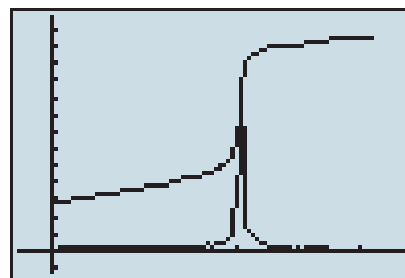
- Préparer la machine pour afficher le graphique
 $dpH/dV = g(V_A)$ c'est à dire
 $L_3 = g(L_5)$ et $pH=f(V_B)$.

STAT PLOT Plot 2 **ENTER**

Valider les différentes options pour obtenir:



- Afficher simultanément les deux graphiques : **ZOOM** **9**



Commentaires :

Pour $pH = f(V_B)$ on observe le saut de pH qui correspond à la neutralisation de l'acide.

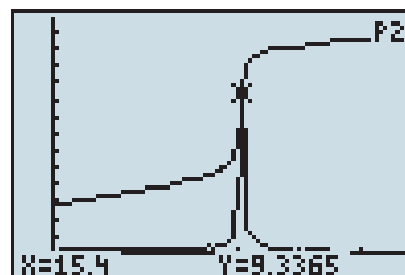
Pour la dérivée, elle passe par un maximum qui correspond au volume équivalent V_{E1}

- Appuyer sur **TRACE**

P1 (affiché en haut et à droite de l'écran) représente $pH = f(V_B)$

P2 (affiché en haut et à droite) le curseur est la dérivée.

Déplaçons le curseur sur la dérivée :



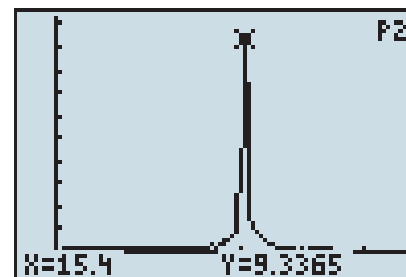
$V_{E1} = 15,4$ mL

- Aggrandir le graphique de la dérivée pour une lecture plus facile. Pour cela il faut supprimer l'affichage de $pH = f(V_B)$ par :

STAT PLOT Plot 1 **ENTER** Off

ENTER **ZOOM** **9** (ZoomStat)

TRACE puis déplacer le curseur pour afficher $V_{E1}=15,4$ mL



- Déterminer la masse m_A d'aspirine dans le comprimé avec :

$$M_A = 180 \text{ g.mol}^{-1},$$

$$V_{E1} = 15,4 \text{ mL},$$

$$C_B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$m_A = 5 \cdot C_B \cdot V_{E1} \cdot M_A$$

$$m_A = 5 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 15,4 \cdot 10^{-3} \cdot 180 = 0,554 \text{ g}$$

La valeur expérimentale est 554 mg.

La valeur du fabricant est 550 mg.

La précision est de:

$$\frac{(554-550) \cdot 100}{550} \approx 0,8 \%$$

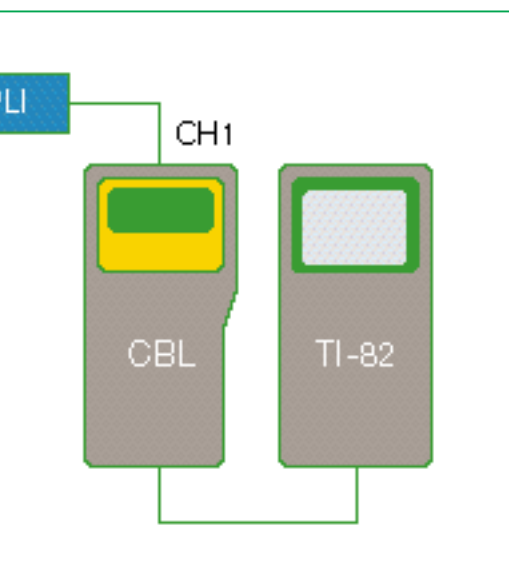
C'est un bon résultat.

8) POUR ALLER PLUS LOIN :

- On peut:
- déterminer le pH au point d'équivalence pour $V_{E1} = 15,4$ mL .
- déterminer le pK_A du couple Acide/Base $pH = pK_{A1}$ pour

$$V_B = V_{E1} / 2 .$$

- L'impression du graphique $pH=f(V_B)$ et du WINDOW par l'intermédiaire du GRAPH LINK permet d'utiliser la méthode des double-tangentes.
- Cette méthode est généralisable à tous les dosages (monoacides, diacides, triacide, monobase, dibase (voir hypothèse N°6).





LE SON

1) OBJECTIFS :

- Visualiser un son simple.
- Visualiser un son complexe.
- Visualiser le déphasage entre deux courbes.
- Modéliser un son simple.

2) NIVEAU :

- Seconde
- Terminale S et spécialité

3) MATÉRIEL :

- TI-82 couplée avec CBL
- Microphone branché sur CH1
- Un diapason (la 440 Hz)

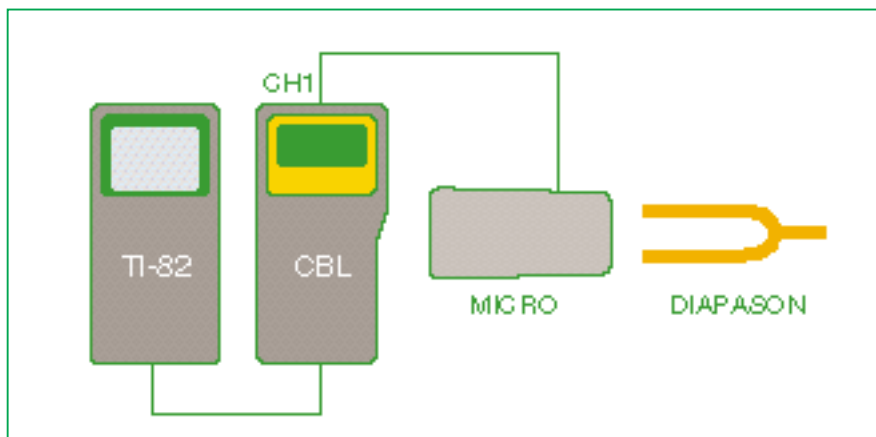
4) PROGRAMME :

programme SON dans la TI-82

5) EXPERIENCE SON SIMPLE :

a) préparation de l'expérience :

Le montage nécessaire à la réalisation de l'expérience est présenté par le schéma ci-dessous (diapason et micro peuvent aussi être placés horizontalement)



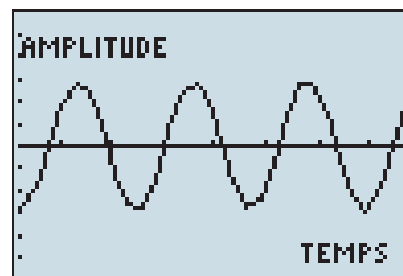
b) Réalisation :

- Lancer le programme SON
[PRGM]
sélectionner [SON]
[ENTER]
- le message « PRESS ENTER START COLLECTING DATA » apparaît à l'écran
- frapper avec le marteau sur le diapason
- Appuyer sur [ENTER] pour débiter les mesures
- Appuyer sur [ENTER] pour arrêter les mesures
- Le graphe Y (pression) = $f(t)$

s'affiche à l'écran

- si le graphe n'est pas correct, [CLEAR], puis recommencer la procédure à l'affichage du message.

vous obtenez l'écran ci-dessous



c) Interprétation - Modélisation :

les valeurs de t sont stockées dans la liste L2, celles de y dans la liste L5, ces listes sont données ci-après :

L2 :

{2.638E-4 ; 5.6E-4 ; 8.192E-4 ; 0.0010656 ; 0.001312 ; 0.0015712 ; 0.0018208 ; 0.00208 ; 0.0023296 ; 0.0025888 ; 0.0028384 ; 0.0030976 ; 0.0033472 ; 0.0036096 ; 0.0038592 ; 0.0041184 ; 0.004368 ; 0.0046272 ; 0.0048768 ; 0.005136 ; 0.0053856 ; 0.005648 ; 0.0058976 ; 0.0061568 ; 0.0064064 ; 0.0066656 ; 0.0069152 ; 0.0071744 ; 0.007424 ; 0.0076864}

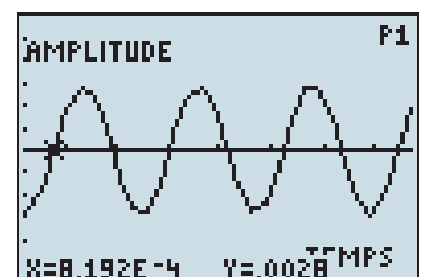
L5 :

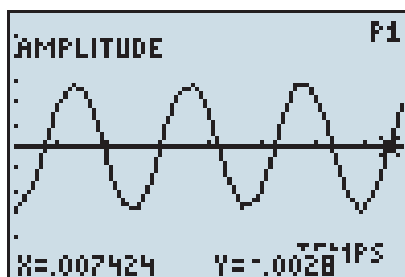
{-0.27707 ; -0.18751 ; 0.0028 ; 0.18752 ; 0.28267 ; 0.23789 ; 0.08676 ; -0.12034 ; -0.25468 ; -0.26588 ; -0.14273 ; 0.06997 ; 0.2267 ; 0.28267 ; 0.20431 ; 0.014 ; -0.17072 ; -0.27707 ; -0.23789 ; -0.06997 ; 0.12594 ; 0.26588 ; 0.27148 ; 0.13714 ; -0.05317 ; -0.2211 ; -0.28267 ; -0.18751 ; 0.0028 ; 0.18752}

En utilisant le mode [TRACE] nous allons déterminer la période en calculant le temps équivalent à trois périodes:

$$t_2 - t_1 = 3T$$

par déplacement du curseur on obtient :

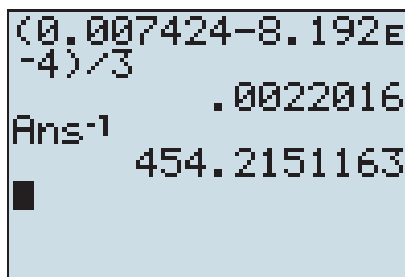




$$t_1 = 8,192 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$t_2 = 0.07424 \text{ s}$$

Déterminons $T = (t_2 - t_1) / 3$, puis la fréquence $N = 1 / T$.
La séquence de calcul correspondante est visualisée sur l'écran ci-dessous:



La fréquence calculée du son émis par le diapason est $N = 454 \text{ Hz}$.
La fréquence théorique est 440 Hz .
La précision de la mesure est:

$$p (\text{en}\%) = \frac{(454-440) \cdot 100}{440} \approx 3 \%$$

Cette détermination est correcte, il faut pour améliorer la mesure éliminer les bruits parasites.

Ce son ressemble à un son simple car nous visualisons une fonction sinusoïdale modélisée par $Y = Y_m \sin(\omega t + \phi)$, avec $\omega = 2\pi N$.

Déterminons les différents paramètres:

- à l'aide du curseur et de **TRACE** on trouve $Y_m \approx 0.28$
- la phase à l'origine est prise égale à 0.

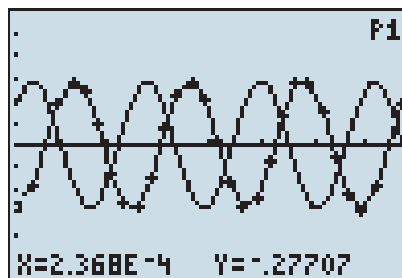
ce son est représenté par le modèle:
 $Y = 0.28 \sin(2\pi \cdot 454 x)$
ce modèle est mis dans la base de fonctions en Y1:

$$Y1 = 0.28 \sin(2\pi \cdot 454 X)$$

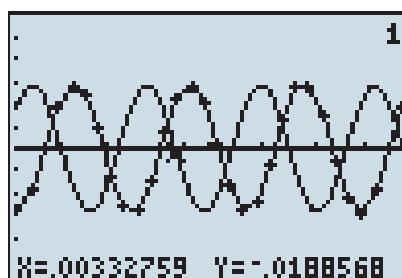
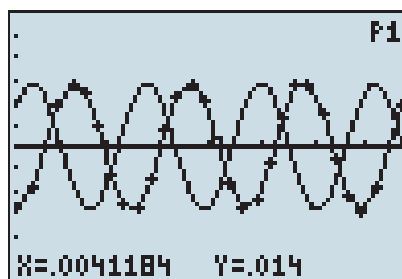
La TI-82 :

- en mode radian
- dans **STAT PLOT**, modifier plot1 pour avoir la marque + à l'écran
- puis **TRACE**

On obtient l'écran ci-dessous :



Il persiste un déphasage qu'il faut déterminer puis corriger.
La courbe théorique est en avance sur l'expérimentale (elle s'annule avant dans le temps). Pour les faire coïncider, il faudra retarder la courbe théorique, c'est à dire lui ajouter un déphasage négatif.
Calculons le décalage horaire
 $\delta t = t_{\text{exp}} - t_{\text{th}}$



$$t_{\text{exp}} = 0.004118 \text{ s} \quad t_{\text{th}} = 0.003327$$

$$\delta t = t_{\text{exp}} - t_{\text{th}} = 0.004118 - 0.003327$$

$$\delta t = 7,91 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\phi = -\omega \cdot \delta t = -2\pi N \delta t$$

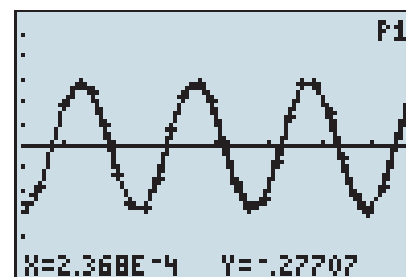
$$\phi = -2\pi \cdot 454 \cdot 7,91 \cdot 10^{-4} = -2,26 \text{ rad}$$

Ce son est représenté par le modèle
 $Y = 0.28 \sin(2\pi \cdot 454 x - 2,26)$

Ce modèle est introduit dans la base de fonction en Y1

$$Y1 = 0.28 \sin(2\pi \cdot 454 X - 2,26)$$

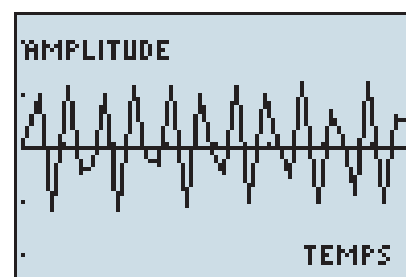
Par **TRACE** on obtient :



La superposition est maintenant quasi parfaite, l'amplitude varie peu pendant la durée de la mesure, l'amortissement est très faible.

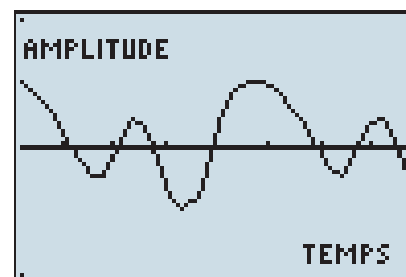
6) EXPERIENCE SON COMPLEXE :

La procédure expérimentale à suivre est identique à la précédente.
Voici quelques écrans:



sifflement

on note une certaine périodicité au début



un "ou" chanté..!!!

7) POUR ALLER PLUS LOIN :

Il faudrait réaliser une analyse spectrale des sons pour avoir la ou les fréquences qui forment le son. Une analyse de Fourier est nécessaire, elle sera possible ultérieurement.

Ces expériences et ces articles (pages : 2-3-6-7-8-9) ont été réalisés par Gilles Baudrant, Patrick Néel, Nicole Pithon, Christian Prat et Jean Winther.
Photos : G. Devismes

CALCUL DES DÉCIMALES DE π A PARTIR DE LA FORMULE DE GAUSS* avec la TI-81 et la TI-82:

$$*\pi = 48\text{Atan}\frac{1}{18} + 32\text{Atan}\frac{1}{57} - 20\text{Atan}\frac{1}{239}$$

1) AVEC LA TI-82 :

Le programme PI commence par demander le nombre de décimales souhaitées, (400 maxi), puis calcule la formule précédente en multi-précision en utilisant les sous-programmes ATAN, DIV7 et NORM7. Le résultat est placé par blocs de 7 chiffres dans la liste L₁. 12mn14 suffisent pour obtenir les 250 premières décimales.

PROGRAM : PI

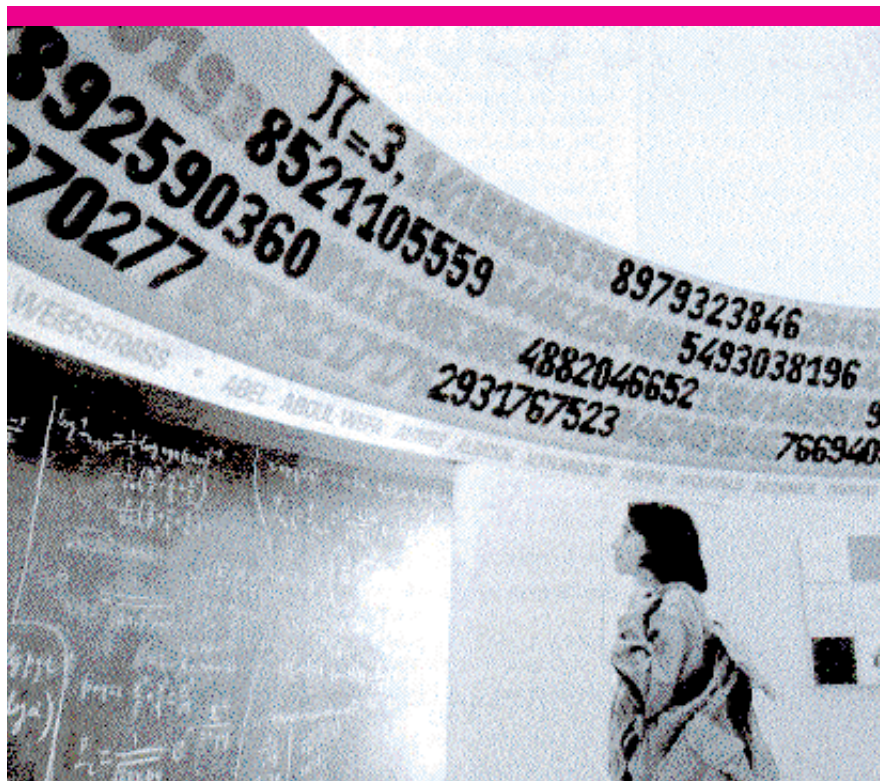
```
: Prompt N
: N/7 → S
: If fPart S>0
: int S+1 → S
: 48 → C
: 18 → T
: prgmATAN
: L1 → L3
: 32 → C
: 57 → T
: prgmATAN
: L3+L1 → L3
: 20 → C
: 239 → T
: prgmATAN
: L3-L1 → L1
: prgmNORM7
: Pause L1
```

PROGRAM : ATAN

```
: {CE6} → L1
: S → dim L1
: T → X
: prgmDIV7
: L1 → L2
: int (((7S/Log T) -3)/2)+1 → M
: 1 → F
: For (N,1,M)
: Disp N
: (2N-1) L1 → L1
: prgmNORM7
: (2N+1) T2 → X
: prgmDIV7
: FL1 + L2 → L2
: F → F
: End
: L2 → L1
: prgmNORM7
```

PROGRAM : DIV7

```
: Ø → R
: X-1 → D
: For (K, 1, S-1)
: RE7 + L1 (K) → B
: int BD → L1 (K)
: B-Ans X → R
: End
: (RE7 + L1 (S)) D → L1 (S)
```



PROGRAM : NORM7

```
: Ø → R
: For (K, S, 1, 1)
: L1 (K) + R → A
: int (Ae 7) → R
: A-Anse 7 → L1 (K)
: End
```

2) AVEC LA TI-81 :

Le programme suivant permettra aux utilisateurs de TI-81 d'obtenir les 150 premières décimales de π en moins de 5 minutes. A la fin de l'exécution de celui-ci, le résultat est placé dans la liste {y} que l'on peut visualiser à l'aide de l'option EDIT du menu

[STAT].

Édité par : Texas Instruments

BP 67, 78141

VELIZY-VILLACOUBLAY cedex

Responsable de la publication :

V. Bastid

Rédaction : fax : (1) 30 70 10 78

Rédacteur en chef : V. Bastid

Comité de rédaction : G. Baudrant,

P. Fortin, P. Néel, N. Piton, J. Winther.

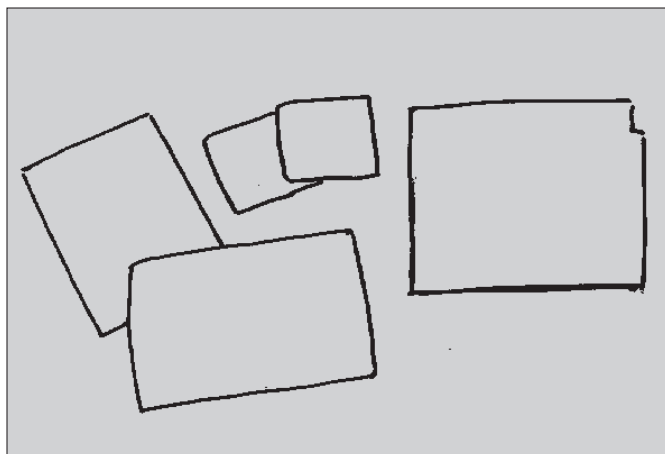
Photos réalisées par : G. Devismes

```
Prgm1 : PI 81      : Ø → R
: 3E6 → {x} (1)    : Lbl 3
: Ans → {y} (1)    : RZ+{x} (K) → B
: 2 → K             : int BD
: Lbl 0              : → {x} (K)
: Ø → {x} (K)       : B-AnsX → R
: Ø → {y} (K)       : {x} (K) + {y}
: IS > (K, 22)       : (K) → {y} (K)
: Goto 0            : IS>(K, 21)
: E7 → Z            : Goto 3
: E-7 → Y           : (RZ+{x}(22))D
: 1 → N             : → {x} (22)
: Lbl 1              : Ans + {y} (22)
: Disp N            : → {y} (22)
: (2N-1) ^2 → M     : IS>(N, 250)
: 22 → K            : Goto 1
: Ø → R             : Ø → R
: Lbl 2              : Lbl 4
: M{x} (K)          : R + {y} (K)
: +R → A            : → A
: int AY → R        : int AY → R
: A-AnsZ → {x}      : A-RZ → {y} (K)
: (K)               : DS< (K,1)
: DS< (K,1)         : Goto 4
: Goto 2
: 8N (2N + 1)
: → X
: 1/Ans → D
: 1 → K
```

Nouveau kit de connexion

Dos • Windows • Mac

-50%* soit 200 FTTC (+35F de port)



Le nouveau TI GRAPH LINK inclut :

- un câble actif de liaison TI-82/85-ordinateur
- une disquette 3.5" Dos et Windows® pour compatible PC
- une disquette Mac
- une page d'explication en français
- un adaptateur 25-9 broches

(1) Pour utiliser le TI GRAPH LINK vous devez posséder :

- une TI-85 ou une TI-82,
- un ordinateur Macintosh® (Mac Plus système 6.05 ou plus récent, 512 Ko RAM) ou un vrai compatible PC (au moins MS Dos 2.0 avec 400 Ko RAM),
- un lecteur de disquette 3.5",
- un écran EGA, VGA ou SVGA (CGA ou carte Hercules ne fonctionne pas).

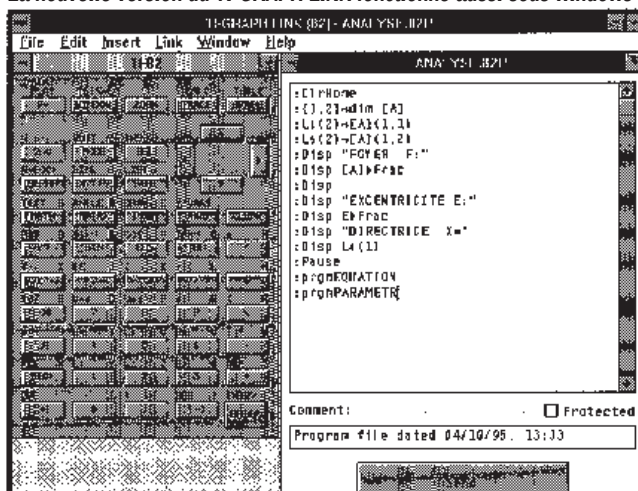
Vous pourrez :

- sauver vos programmes, séries statistiques, matrices... sur ordinateur pour libérer la mémoire de votre TI-82 ou TI-85, mettre vos données à l'abri, les récupérer à votre convenance.
- capturer l'écran que vous visualisez sur votre calculatrice pour l'imprimer, l'insérer dans un texte, un TP...
- convertir des programmes pour TI-82 en programmes pour TI-85 et inversement, chaque fois que cela est possible (grâce à TRANSLAT.EXE fourni)

Si vous possédez un Mac (1) ou un PC équipé de Windows®, vous pourrez en plus :

- éditer un texte, des données, un programme à partir du clavier de l'ordinateur
- visualiser le clavier de la calculatrice sur l'écran de l'ordinateur
- récupérer vos données, listes... pour les insérer dans un tableur ou traitement de texte

La nouvelle version du TI-GRAPH LINK fonctionne aussi sous windows !



* du prix constaté de la version Dos, Mac. Offre limitée au 31/12/95. Maximum de 2 TI GRAPH LINK par lycée.

COUPON : NOUVEAU TI GRAPH LINK

à retourner à TSP - WLINK - BP 139 LOGNES - 77315 Marne La Vallée cedex 2

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

☐ souhaite recevoir le nouveau TI GRAPH LINK et joint un bon de commande administratif ou un chèque de 235 F à l'ordre de TSP.

Date/Signature :

CACHET :